

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 06027404
PUBLICATION DATE : 04-02-94

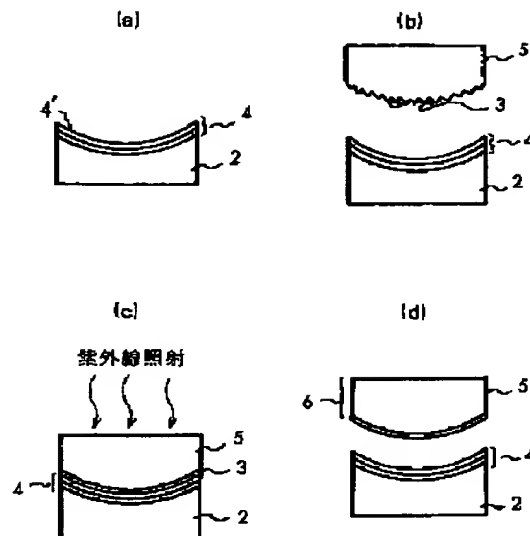
APPLICATION DATE : 08-07-92
APPLICATION NUMBER : 04180725

APPLICANT : HITACHI KOKI CO LTD;

INVENTOR : ARIMOTO AKIRA;

INT.CL. : G02B 26/10 G02B 26/10 B24B 13/00

TITLE : SCANNING OPTICAL DEVICE AND
PRODUCTION OF HYBRID SCANNING
LENS TO BE USED FOR THIS DEVICE



ABSTRACT : PURPOSE: To provide the hybrid lens having good mass productivity, excellent shape accuracy, surface accuracy and environmental resistance and an axially non-symmetrical aspherical shape.

CONSTITUTION: A UV curing resin 3 of a transparent org. high-polymer material having the refractive index nearly equal to the refractive index of a basic lens 5 having micro-ruggedness over the entire area of its surface or in a part thereof is applied on the surface of this basic glass lens 5 and the lens is pressed to the male mold surface 4 of a mold 2 having a toric shape in such a manner that the resin 3 fills closely between the basic lens 5 and the female mold surface 4. The resin 3 is then irradiated with UV rays through the basic lens 5 and is thereby cured. The desired hybrid lens 6 is obtd, when the basic lens 5 is pulled apart from the mold 2 having the toric shape after the above-mentioned curing. The mold 2 is worked to the aspherical female mold by controlling the spacial positional relation between a work piece and a grinding wheel spindle by a polar coordinate system, then rotating the work piece and moving the grinding wheel spindle to an arc shape within the plane orthogonal with the rotating direction thereof.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

4/3/2

DIALOG(R) File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat
(c) 2005 EPO. All rts. reserv.

11627381

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 5080267 A2 19930402 <No. of Patents: 004>

**LASER BRAM PRINTER AND MANUFACTURE OF HYBRID SCANNING LENS USED FOR THE
SAME** (English)

Patent Assignee: HITACHI LTD; HITACHI KOKI KK

Author (Inventor): NISHIMURA KOJI; ARIMOTO AKIRA; MIYAMURA YOSHINORI; ANZAI
YUMIKO

IPC: *G02B-026/10; B41J-002/44; G02B-003/00; G02B-003/02; G03G-015/04

JAPIO Reference No: 170416P000013

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date	
JP 5080267	A2	19930402	JP 91245498	A	19910925	(BASIC)
JP 5162055	A2	19930629	JP 91324225	A	19911209	
JP 6027404	A2	19940204	JP 92180725	A	19920708	
US 5411430	A	19950502	US 950687	A	19920925	

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 91245498 A 19910925

JP 91324225 A 19911209

JP 92180725 A 19920708

?

2/5/1

(c) 2005 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

SCANNING OPTICAL DEVICE AND PRODUCTION OF HYBRID SCANNING LENS TO BE USED
FOR THIS DEVICE

INVENTOR(s) : NISHIMURA KOJI
KONDO YOSHIMASA
UCHIDA FUMIHIKO
MORIYAMA SHIGEO
ARIMOTO AKIRA

JOURNAL: Section: P, Section No. 1733, Vol. 18, No. 241, Pg. 126, May 09, 1994 (19940509)

CONSTITUTION: A UV curing resin 3 of a transparent organic high-polymer material having the refractive index nearly equal to the refractive index of a basic lens 5 having micro-ruggedness over the entire area of its surface or in a part thereof is applied on the surface of this basic glass lens 5 and the lens is pressed to the male mold surface 4 of a mold 2 having a toric shape in such a manner that the resin 3 fills closely between the basic lens 5 and the female mold surface 4. The resin 3 is then irradiated with UV rays through the basic lens 5 and is thereby cured. The desired hybrid lens 6 is obtd, when the basic lens 5 is pulled apart from the mold 2 having the toric shape after the above- mentioned curing. The mold 2 is worked to the aspherical female mold by controlling the spacial positional relation between a work piece and a grinding wheel spindle by a polar coordinate system, then rotating the work piece and moving the grinding wheel spindle to an arc shape within the plane orthogonal with the rotating direction thereof.

?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-27404

(43) 公開日 平成6年(1994)2月4日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 26/10	1 0 3			
	1 0 2			
B 2 4 B 13/00		A 7528-3C		

審査請求 未請求 請求項の数25(全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平4-180725
 (22) 出願日 平成4年(1992)7月8日

(71) 出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
 (71) 出願人 000005094
 日立工機株式会社
 東京都千代田区大手町2丁目6番2号
 (72) 発明者 西村 孝司
 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内
 (72) 発明者 近藤 芳正
 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内
 (74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

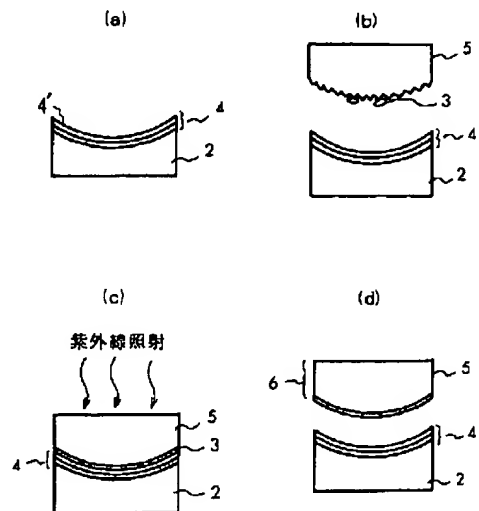
(54) 【発明の名称】 走査光学装置及びそれに用いるハイブリッド走査レンズの製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 量産性が良く、かつ形状精度、表面精度及び耐環境性に優れ、かつ非軸対称非球面形状を有するハイブリッドレンズを提供する。

【構成】 表面全域またはその一部にわたり微小な凹凸をもつ基本ガラスレンズ5の表面に基本レンズ5と屈折率がほぼ等しい透明な有機高分子材料の紫外線硬化樹脂3を塗布し、トーリック形状の型2の雌型表面4に押し付けて樹脂3が基本レンズ5と雌型表面4の間を隙間なく満たすようにする。つぎに基本レンズ5を通して紫外線を照射して樹脂3を硬化させてから基本レンズ5をトーリック形状の型2から引きはがすと所望のハイブリッドレンズ6が得られる。尚、型2は被加工物と砥石スピンドルとの空間的位置関係を極座標形式で制御し、被加工物を回転させその回転方向と直交する面内で砥石スピンドルを円弧状に運動させて非球面雌型に加工したものである。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】光源と、上記光源から出射された光を走査する走査手段と、上記走査手段によって走査された光を媒体上に絞り込む走査レンズからなる走査光学装置において、上記走査レンズは基本ガラスレンズに上記基本ガラスレンズと屈折率がほぼ等しい透明な有機高分子材料からなる樹脂を積層して一体接合構造になっていることを特徴とする走査光学装置。

【請求項2】レーザ光源と、上記レーザ光源からの光を走査する回転多面鏡と、上記回転多面鏡によって走査された光を感光ドラム面上に絞り込む走査レンズを備えたレーザビームプリンタにおいて、上記走査レンズの上記感光ドラム側の表面は、少なくとも有機高分子材料からなる樹脂で形成されていることを特徴とするレーザビームプリンタ。

【請求項3】上記走査レンズは、基本ガラスレンズ上に上記樹脂を積層されてなり、上記樹脂は上記基本ガラスの屈折率とほぼ等しく、上記基本ガラスが上記樹脂を積層しているの表面は微小な凹凸で粗らされており上記凹凸は最大面粗さで0 μmから20 μmである請求項2に記載のレーザビームプリンタ。

【請求項4】上記走査レンズは、上記樹脂で形成されたレンズ層の主軸と副軸の曲率半径が異なり、上記副軸の曲率半径が軸外になるに伴って非対称に増加する非球面形状を有する請求項1から3のいずれかに記載のレーザビームプリンタ。

【請求項5】上記レンズ層の表面にSiO又はSiO₂からなる保護膜を設けた請求項4に記載のレーザビームプリンタ。

【請求項6】上記保護膜厚が1000 Å以下である請求項5に記載のレーザビームプリンタ。

【請求項7】上記樹脂は紫外線硬化樹脂である請求項2から6のいずれかに記載のレーザビームプリンタ。

【請求項8】表面に微小な凹凸を有するガラスレンズと、所定のレンズ形状の雌型とを準備し、上記雌型に上記ガラスレンズとほぼ等しい屈折率をもつ有機高分子材料の樹脂を滴下し、上記ガラスレンズを上記雌型に押しあて、上記樹脂をレンズ形状に加工し、上記レンズ部分と上記ガラスレンズ部分を一体接合成形するハイブリッド走査レンズの製造方法。

【請求項9】上記樹脂は紫外線硬化樹脂である請求項8に記載のハイブリッド走査レンズの製造方法。

【請求項10】上記樹脂上にSiO又はSiO₂からなる保護膜を形成する請求項8又は9に記載のハイブリッド走査レンズの製造方法。

【請求項11】有機高分子材料からなる樹脂あるいはレンズ本体の一部に有機高分子材料からなる樹脂を含むレンズの製造方法において、熱処理を施し、レンズ表面に一定時間オゾン照射した後、保護膜を形成することを特徴とするレンズの製造方法。

【請求項12】非軸対称非球面走査レンズの形状転写に用いる非軸対称非球面雌型の加工方法において、被加工物を回転させると共に、上記被加工物を加工する砥石スピンドルの回転軸となる砥石スピンドル軸を上記被加工物の回転軸を含む面内に円弧運動させて該被加工物を加工する方法において、上記被加工物の回転軸を含む平面とは所定の角度を有する砥石スピンドル軸を持ち、上記砥石スピンドル軸が上記被加工物の回転中心と上記被加工物の間に位置し、かつ上記被加工物の回転角位置に対応させて、上記砥石スピンドル軸と上記被加工物との空間的位置関係が変化するように制御することを特徴とする非球面雌型の加工方法。

【請求項13】上記回転角位置に対応させて、上記被加工物の回転中心軸位置が変化するように制御することを特徴とする請求項12記載の非球面雌型の加工方法。

【請求項14】上記所定の角度は平行である請求項12又は13に記載の非球面雌型の加工方法。

【請求項15】上記被加工物と上記砥石スピンドルが接する研削点の移動軌跡に沿って複数本の研削液噴射ノズルを設けた請求項12から14のいずれかに記載の非球面雌型の加工方法。

【請求項16】被加工物を回転させる回転手段と、上記被加工物を加工する砥石を備えた砥石スピンドルと、上記砥石スピンドル軸を円弧運動させる手段と、上記被加工物の回転角に対応させて、上記被加工物の回転軸と上記砥石スピンドルの円弧運動の中心軸間の距離を変化させる手段を有し、上記砥石スピンドルの回転軸を被加工物の回転中心と該被加工物の間に配置したことを特徴とする非球面雌型加工装置。

【請求項17】上記被加工物と上記砥石との接点に研削液を噴射するノズルを備え、上記研削液の噴射位置を制御する手段を有する請求項16に記載の非球面雌型加工装置。

【請求項18】上記被加工物の副軸方向に砥石スピンドル軸を円弧運動させる手段と、上記円弧運動の軌跡を補正する手段を有する請求項17に記載の非球面雌型加工装置。

【請求項19】上記砥石スピンドルをその支持部材の平面に対して垂直方向に移動させる手段を有する請求項18に記載の非球面雌型加工装置。

【請求項20】上記砥石に加わる加工力の検出手段と、上記砥石の位置移動手段とを有し、あらかじめ設定した加工力信号と上記加工力検出手段の信号との差をなくすように、上記位置移動手段によって砥石位置を制御する手段を有する請求項18に記載の非球面雌型加工装置。

【請求項21】上記被加工物の回転装置の回転振れ検出手段と、回転装置の回転振れ補正手段とを有する請求項18又は20に記載の非球面雌型加工装置。

【請求項22】上記砥石スピンドルと同軸上に研磨用ポリリッシャーを配し、研磨加工を行なう機能を有する請求

項18、20又は21に記載の非球面雌型加工装置。

【請求項23】被加工物の回転装置と、上記被加工物を加工する砥石を備えた砥石スピンドルと、上記砥石スピンドルの軸を円弧運動させる手段と、上記被加工物の回転軸と上記砥石スピンドルの円弧運動の中心軸間の距離を変化させる手段と、上記被加工物の回転角位置を検出する検出器と、上記砥石スピンドルの円弧運動の角位置を検出する手段と、これら検出された2つの角位置信号に対応させて、あらかじめ蓄積手段に蓄積された制御データに基づいて上記の軸間距離及び研削液の噴射位置を10 変化すべく構成した制御装置を有し、上記砥石スピンドルは上記被加工物の回転中心と上記被加工物の間に配置されていることを特徴とする非球面形状物体の加工装置。

【請求項24】微小な凹凸を有する基本雌型表面に所定のレンズ形状を有するレンズを用いて形状転写法により有機高分子材料の樹脂からなるプラスチック雌型部分と基本雌型部分を一体接合成形することを特徴とする加工方法により加工した雌型を用いたハイブリッド走査レンズの製造方法。

【請求項25】少なくとも非軸対称非球面形状を有する曲面がプラスチックで形成されていることを特徴とする走査レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、複雑な形状を有する非軸対称非球面F θ レンズ及びその製造方法、及びそのレンズを用いたレーザビームプリンタに関する。

【0002】

【従来の技術】図を用いて、レーザプリンタの構成を説明する。レーザビームプリンタは、主に光源39から放射されたレーザ光を変調、偏向して感光体43上に光パターンを形成するための走査光学系(図21)と、走査光学系で感光体43上に形成された光パターンを、電子写真プロセスを用いてハードコピー化するための画像形成系(図22)から構成されている。

【0003】図21において、一般的に光源39には、ガスレーザかまたは半導体レーザが用いられる。また、変調器47としては、音響光学(A/O)素子を利用したA/O変調器が一般に用いられている。A/O変調器は、A/O素子内に超音波を通過させ、これにより生じた屈折率の同期的変化により、入射したレーザ光を回折させて強度変調を行う。A/O素子による変調速度を高くとるために、入射ビーム径を絞るビームコンプレッサ48a、感光体上で小さな結像スポットを得るために用いられるビームエキスパンダ48bを用い、半導体から出射される発散ビームを平行ビームに変換するコリメータレンズを用いる。また、レーザ光で感光体を走査するための偏向器として、回転多面鏡(ポリゴンミラー)42が用いられている。なお、回転多面鏡の代りに、ホロ10 50

グラムを用いたレーザプリンタも提案されている。

【0004】回転多面鏡42は定速回転しているため、反射されてくるレーザ光は等角速度で偏向される。結像レンズ(F θ レンズ)38は、偏向されたレーザ光を感光体面上の一平面内に結像する作用を持つ他に、等角速度の入射光に光学的ディストーションを与えて等速度で感光体面上を走査するように変換する作用(f θ 特性)を持っている。

【0005】感光体43は、導電性の支持体の上に光導電体層を設けた二層構造である。予め、暗所で感光体表面をプラスコロナ49の放電等により均一に帯電しておき、これにレーザ光を与えると、光の当たった部分の光導体の抵抗が低下して帯電していた電荷がアースに流れて、感光体43の表面には電荷の残っている部分と残っていない部分が生じる。

【0006】感光体43上に形成された潜像は、プラスまたはマイナスに帯電されたトナーにより現像される。図22に示すように、感光体43に対して、コロナ放電により絶縁層表面を除電すると同時に、レーザ光を結像レンズ38を通して照射する。レーザ光が照射した明部は、光導電層の抵抗が低下して導電性になり、絶縁層表面および裏面の電荷は速やかに減衰する。レーザ光が照射しない暗部は、絶縁層表面の電位が交流コロナ放電50にさらされることにより、ほぼ0電位となるが、絶縁層と光導電層の界面に形成されている電荷は保持される。

【0007】このようにして、一次帯電により、絶縁層と光導電層の界面に帯電層を形成した後、コロナ除電により絶縁層表面を除電すると同時に、レーザ光を照射して露光する。次に、全面露光器51により感光体43の全面を一様に露光し、これにより暗部の表面電位を増大させる。感光体43上に形成された潜像は、プラスまたはマイナスに帯電された現像器52のトナーにより現像される。現像工程の後、感光体43上のトナー像は、給紙カセット53から給紙ローラ54を介して送られてきた普通紙に静電的に転写され、定着器55による定着工程により安定した永久像となる。転写された普通紙は、スタッカ56に送り込まれる。転写工程後、感光体は転写しきれなかった残留トナーをクリーニング57およびクリーニングブレード58によるクリーニング工程によって除去し、再び潜像形成プロセスに備える。なお、レーザビームプリンタについては、例えば、北村、平山：『レーザビームプリンタ』(写真工業)1976年2月、pp.89～92に記載がある。

【0008】このような、レーザプリンタでは、部品点数を増やさずに高品質の印字を達成するため、以下のような提案がなされている。

【0009】例えば、特開平2-23313号公報には、F θ レンズの面倒れ方向(副走査方向)の曲率半径が、光軸の中心から離れるに伴って大きくなるような非

5

対称非球面形状にする構成が開示されている。

【0010】また、そのような非軸対称非球面レンズを加工する方法は例えば、特開平2-53557号明細書に開示されている。これはNC制御による研削でレンズを加工する方法であり、この方法によれば、任意の非球面形状を創成することができる。しかし、この方法では、加工時間が非常に長く（3時間で七個）、量産性に問題があった。

【0011】更に、量産性に優れた非球面レンズ加工法として、プラスチックを素材とするモールド加工法に加えて形状精度および表面精度に優れたプラスチックレンズを得る方法が提案された（例えば、特開昭59-204001号公報参照）。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところが、モールド加工に必要な雌型に関して、現在得ることができる光学面はほとんどが平面か球面である。また、たとえ非球面であっても1眼レフカメラのレンズのような軸対称の非球面であり、非軸対称非球面の凹面を加工することができない。すなわち、軸対称非球面レンズをモールド成形することはできても非軸対称非球面レンズをモールド成形により量産することができないのが現状である。また、プラスチックレンズは使用時の温度変化により変形が生じ易く、収差や光軸ずれの原因となる。また、プラスチックレンズは湿度や大気中の化学物質の影響を受け易い。この点については、レンズ表面に保護膜を形成する方法（例えば特開昭56-28023）や有機シリコン保護膜を蒸着によって形成するレンズの保護膜形成方法（例えば特開昭56-25701）が提案されている。しかし、これらの方法は保護膜厚の制御の点や蒸着膜を焼き付けるといふプロセスが必要なため、高品質で量産できる非軸対称非球面レンズの加工を行なうことはできなかった。そこで非軸対称非球面形状を有する凹面創成技術を開発し、高精度な非軸対称非球面雌型を得ることが、解決すべき重要な課題となる。

【0013】したがって本発明の目的は、これら従来の課題を解決し、量産性がよく、かつ形状精度、表面精度および耐環境性に優れた、非軸対称非球面形状を有するハイブリッドレンズ及びその製造方法及びそのハイブリッドレンズを用いたレーザービームプリンタを提供することにある。

【0014】本願発明の他の目的は、非軸対称非球面形状の凹面を利用して、ハイブリッドレンズを提供することにある。

【0015】また、本願発明の他の目的は、非軸対称非球面形状の凹面を高精度に製造し、高精度な非軸対称非球面雌型及びその製造方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、レンズ表面全域またはその一部にわたり微小な凹凸

6

をもつ基本ガラスレンズの表面上に基本レンズと屈折率がほぼ等しい透明な有機高分子材料からなる樹脂を、非軸対称非球面形状に積層し、基本ガラスレンズと樹脂が一体接合構造を有する走査レンズを作製する。また、基本レンズと屈折率がほぼ等しい透明な有機高分子材料として紫外線硬化樹脂を用いて、基本ガラスレンズに積層して構成する。また、紫外線硬化樹脂を表面に積層して形成されたレンズは、主軸と副軸の曲率半径が異なるとともに、上記副軸の曲率半径が軸外になるに伴って非対称に増加する非球面を有することにも特徴がある。さらに形状転写法により基本ガラスレンズ表面に、所望するレンズ形状を転写する。形状転写法で用いる雌型は、非軸対称非球面形状を有している。そして紫外線硬化樹脂からなるプラスチックレンズ部分と基本ガラスレンズ部分を一体接合成形することに特徴がある。さらにレンズ表面に真空蒸着法などの薄膜形成法を用いてSiOまたはSiO₂からなる保護膜を形成する。

【0017】さらに雌型加工においては、被加工物と砥石スピンドルとの空間的位置関係を極座標形式で高速に制御し、被加工物を回転させその回転方向と直交する面内で砥石スピンドルを円弧状に運動させ、被加工物の回転軸と砥石スピンドルを円弧運動させる回転軸との軸間距離を被加工物の回転角に対応して変化させることにより所望の非球面雌型を加工したことに特徴がある。

【0018】さらに砥石スピンドルの円弧運動に伴う、研削点の移動に応じて研削液の噴射量及び噴射方向を制御することにより、研削仕上げ面の面粗さが向上し、高精度の非球面雌型を得ることができる。

【0019】

【作用】本発明では、ガラスからなる基本レンズ上に、屈折率が基本レンズとほぼ等しい樹脂を積層し、これらを一体接合成型することにより、ハイブリッドレンズを製造する。ガラスの屈折率とほぼ等しい屈折率の樹脂を積層するので、接合面において光路変化を伴うことがない。また、このようなハイブリッドレンズを用いてレーザービームプリンタの回転多面鏡の反射面の傾きによる走査ピッチむらを補正するための非軸対称非球面形状を有するハイブリッドレンズを量産できるので、極めて高精度で安価なレーザービームプリンタを容易に実現することができる。非軸対称非球面形状を有するハイブリッドレンズを得るため、本発明では非軸対称非球面形状の凹面を有する雌型を用い、この雌型によって、ガラスからなる基本レンズに合成樹脂を積層すると同時に、雌型の非軸対称非球面形状をレプリカ法で転写する。合成樹脂としては紫外線硬化樹脂を用い、レプリカ法により成型されるので、高精度な雌型を用いれば複雑な形状のレーザービームプリンタ用非球面Fθレンズも極めて容易に製造することができる。

【0020】また、基本レンズの仕上げ状態が悪く、表面が鏡面でない場合でも、雌型の転写面がほぼ鏡面状に

7

加工されているため、得られるハイブリッドレンズの表面は鏡面となる。さらに積層形成される樹脂の屈折率は基本レンズのそれとほぼ同一の値であるため、完成したハイブリッドレンズはガラスレンズの場合と全く同じ光学的性能を得ることができる。

【0021】基本レンズと積層される樹脂層との間の接合性については、基本レンズの表面に微小な凹凸を形成し、その上に樹脂を積層形成することによりレンズの光学特性を損なうことなく基本レンズと樹脂層の接着性を向上させることができる。

【0022】本発明のハイブリッドレンズは、ガラスからなる基本レンズ表面に合成樹脂による非軸対称非球面形状の薄膜層が積層されている。合成樹脂からなるプラスチックレンズ部分の平均膜厚は $20\mu\text{m}$ 以下であって非常に薄い。そして、プラスチックレンズ材には紫外線硬化樹脂を用いており、その紫外線の照射によりガラスレンズ上にプラスチックレンズを成型するため、レンズ成型時に樹脂に高圧を加える必要がない。従って、プラスチック素材だけを用いてモールド加工して非軸対称非球面レンズを作製した場合と比較して、成型後のプラスチックレンズ中に発生する残留応力を小さく押えることができるとともに、残留応力によりレンズに変形を招いたり、光学特性の劣化を招くことがほとんどない。

【0023】さらにレンズ表面に SiO または SiO_2 からなる保護膜を形成するので、耐候性及び防水性を含めたハイブリッドレンズの信頼性を向上させることができる。 SiO または SiO_2 保護膜を真空蒸着法によりレンズ表面に形成する際、レンズは真空中にさらされる。もしもプラスチックレンズ層内部に水が残存していると保護膜形成中にレンズ内部から水が放出され、それがレンズ表面に付着するため保護膜とレンズ表面との接着性が低下するおそれがある。そこで保護膜とレンズ表面との接着性を向上させるために次のような手段を用いる。まず、レンズ内部に残存している水を除去するために成形硬化したハイブリッドレンズに一定時間熱処理を施し、レンズ内部の水が完全に除去されたところで、レンズ表面にオゾン照射し洗浄処理を施すことによりレンズ表面に付着している汚れを除去し保護膜とレンズ表面との接着性を向上させ、レンズ表面に保護膜を形成する。上記方法により作製したレンズ表面には水分子も通過させないような非常に緻密で表面エネルギーの小さな保護膜が存在するため、撥水性が向上し、かつ外部からレンズ内部に水が浸透することは全く無くなり、信頼性に優れたレンズを実現することができる。

【0024】また、成形硬化したハイブリッドレンズに熱処理を施すことにより、樹脂を均一に硬化させることができ、全域にわたり均質なハイブリッドレンズを得ることができる。

【0025】さらに前述の雌型加工方法において、非加工物の回転角に対応して被加工物の回転軸心と砥石スピ

8

ンドルの円弧運動用の回転軸心との軸間距離を変化させながら研削を行なう。さらに、砥石スピンドルを単位ステップづつ微動させ、そのつど加工データを更新し研削を継続すれば、トーリック形状からわずかに偏差を持った変形トーリック形状、すなわち非軸対称非球面形状を有する雌型が加工できる。また、図23に示すような雌型59を創成する研削加工装置において、砥石15は被加工物の周りを創成すべき曲面の軌道300に沿って移動しながら研削を行なう。この時、研削点でノズル60を砥石15の接線と平行に設け、研削液を噴射するのがよいが、実際にはノズルと被加工物が干渉したりあるいは高速で回転する砥石の表面には、高速の空気層が存在し、研削液の多くが跳ね返されるために、研削部に到達する研削液の量は減少する。そこで、ノズルと被加工物の干渉を防ぎかつ研削液を研削点まで供給する効率を高めるためには、図24に示すように、ノズル60を砥石15の接線方向より少し傾けて設ける。ところがこの状態で砥石15をある軌道300に沿って、移動させながら研削を行なうと、砥石15と被加工物59の相対的な位置関係によって研削液の噴射方向が微妙に変化し、研削液の供給状態に微妙な差が生じ、仕上げ面の状態が場所によって異なる。この問題を解決するためには、研削点の移動に伴い、研削液の噴射方向を最適化する必要がある。そこで、本発明では図25に示すように、複数のノズル35を副走査方向の軌道に沿って配置することで相対的な研削位置が異なっても、常に同じ状態で研削点に研削液を噴射することができるので、均一の仕上げ面を実現することができる。

【0026】またハイブリッドレンズを製造する際に、雌型を紫外線硬化樹脂で作製することにより、任意の形状の雌型を高精度で量産性良く得ることができる。

【0027】

【実施例】以下、本発明の実施例を、図面により詳細に説明する。

【0028】図1および図2は、形状転写法（レプリカ法）によるハイブリッド非球面レンズの製造方法の工程説明図である。

【0029】本発明においては、図2(a)に示すように、先ず、成型したいガラスレンズ（ガラス製非軸対称非球面レンズ）を準備し、これを原型レンズ1とする。すなわち、原形となる非軸対称非球面レンズ1は例えば、特開平2-53557号公報に記載された加工装置によって製造されたものを利用すればよい。

【0030】次に、この非軸対称非球面レンズ（原形レンズ）1を元にして雌型を作製する。この時、雌型表面を形成する紫外線硬化樹脂層は、膜厚が高々数十ミクロン程度で極めて薄いために、膜の機械的強度は弱い。従って、原形レンズ1の曲率半径に近い値を持つ逆のトーリック形状の型2を樹脂製雌型の土台として用いる。土台となる型2の材質は、熱や外力や湿度等により、殆ん

ど変形しないものが望ましい。また、この雌型は繰り返し使用されるので、表面を形成する樹脂層4は土台となる型2との接着性に優れた材料であることが望まれる。ここでは、土台となる型材質として、しんちゅうを用いる。このしんちゅうの型の表面を、あらかじめ粗加工しておく。これは型表面と樹脂層4の接着性を向上させるためである。

【0031】例えば型表面の粗加工には、六百番の紙やすりを用いると、最大面粗さ $3\mu\text{m}$ 程度の表面を得ることができる。なお、樹脂の膜厚は、平均 $30\mu\text{m}$ 程度あるので、型表面の凹凸が完成した雌型表面の面粗さに影響を及ぼすことはない。

【0032】次に、アセトン、イソプロピルアルコール等の有機溶剤を用いて、土台となる型2を十分に洗浄する。さらに、型2の表面に紫外線照射オゾン処理を約5分間行った後、紫外線硬化樹脂3との接着性を促進させるために表面処理剤を塗布して、 80°C で十分間の加熱処理を行う。

【0033】次に、図2(b)に示すように、型2に対して、適量の紫外線硬化樹脂3を滴下して、その上に原形レンズ1をのせ、脱泡処理を行う。

【0034】次に、図2(c)に示すように、紫外線を30秒照射する。ここで、紫外線硬化樹脂3は原形レンズ1と型2の間に挿入され、一層の状態になっている。

【0035】次に、図2(d)に示すように、原形レンズ1を紫外線硬化樹脂3と型2からなる雌型表面4'から取り外す。

【0036】さらに図1(a)に示すように、紫外線硬化樹脂からなる雌型表面4'に対して、接着性を向上させるために、上記と同じ表面処理を行い、原型レンズ1と雌型との形状差がなくなるまで、樹脂層4を積層する。すなわち、型2上の樹脂層4上に紫外線硬化樹脂3を滴下して、その上から原形レンズ1を載せて脱泡処理を行い、紫外線を照射することにより、幾層もの樹脂層4を形成する。少なくとも2層の樹脂層を形成する。

【0037】以上の工程により雌型2は完成する。

【0038】出来上がった雌型(図1(a))の表面形状を基本レンズ5に転写する方法を図1(b)から図1(d)に示す。図1(b)に移る前処理として、ハイブリッドレンズの土台となる基本レンズ5を用意する。紫外線硬化樹脂3と基本レンズ5との接着性を向上させるために、雌型作製時と同様に基本レンズ5に表面処理を行う。表面を粗加工する方法は、例えば固定砥粒を用いて所定の面粗さを得る方法、プラズマアッシュを行なう方法、フッ酸を用いてエッチングする方法などがある。さらに、雌型と完成したハイブリッドレンズ6との離型性をよくするために、雌型表面に離型剤を塗布した後、図1(b)に示すように、土台となる基本レンズ5上に適量の紫外線硬化樹脂3を滴下する。

【0039】次に、図1(c)に示すように、これを雌

型表面4に押し付けた後、紫外線を約30秒間照射して樹脂3を硬化させる。

【0040】そして、図1(d)に示すように、雌型から非軸対称非球面形状層が転写されたハイブリッドレンズ6を離型する。すなわち、基本レンズ5には、紫外線硬化樹脂3が接着されて、その樹脂の表面は数値制御により作製されたガラス製非軸対称非球面レンズの原形1と同一表面を持つ紫外線硬化樹脂層が積層されたハイブリッドレンズ6が得られる。

【0041】なお、雌型表面を構成する紫外線硬化樹脂は、硬化後の樹脂の硬度が小さく、原型レンズ1の形状になじみやすいものがよい。例えば、STM4(大日本インキ社製)、あるいはR6602(日本合成ゴム社製)が好適である。また、ハイブリッドレンズ6用の紫外線硬化樹脂は、土台となる基本ガラスレンズ5の屈折率に極めて近く、かつ耐環境性に優れた樹脂であることが望ましい。

【0042】雌型を作製の際に原型として用いられた非軸対称非球面レンズ1と完成したハイブリッドレンズ6及び基本レンズ5の形状を三次元形状測定機を用いて測定した結果を図3(a)に示す。原形レンズ1の曲率半径 X_1 は、レンズ中央部で 45.251mm であり、表面の最大面粗さは $0.152\mu\text{m}$ であった。一方、図3(b)に示すように、本発明により製作されたハイブリッドレンズ6の曲率半径 X_2 は、レンズ中央部で 45.253mm であり、最大面粗さは $0.139\mu\text{m}$ であった。なおハイブリッドレンズ6の母体となった基本レンズ5の曲率半径 X_3 はレンズ中央部で 44.115mm であり、最大面粗さは $3.426\mu\text{m}$ であった。これにより、本発明のレンズ製造方法では、転写精度が非常によいことがわかった。また、樹脂層表面にカッターを用いて 1mm 間隔で縦横11本のクロスハッチ状の傷をつけ、セロハンテープをもちいてクロスハッチ傷部を引き剥がそうとしたところ一枚も剥がれることはなかった。これに対して非常に平滑に仕上げられた基本レンズ表面に樹脂を積層形成したハイブリッドレンズを用いてこの実験を行なった場合、縦横11本クロスハッチ傷により構成された百枚のピースのうち、四十枚がセロハンテープにより剥がれてしまった。

【0043】なお、上述の実施例では、雌型をレプリカ法により作製したが、この雌型をレンズと同質のガラスを用いて作製することにより、雌型の形状精度および面精度をガラスレンズと同じレベルに維持することが可能である。

【0044】次に、雌型を凹型のガラスから研削加工によって直接作製する方法及び装置の実施例を説明する。図4は、本発明に係る非軸対称非球面物体の加工方法に基づく加工装置の構成を示している。ワーク(被加工物である凹型ガラス)7は、DCサーボモータにより回転する回転テーブル8上に取り付けられている。

11

【0045】この回転テーブル8はアンギュラコンタクトボールベアリングで支えられており、 $0.1\mu\text{m}$ の回転振れ精度で回転する。また、この回転テーブル8の軸には、ロータリーエンコーダ9が直結されており、回転角の検出を行なう。さらに、この回転テーブル8は、クロスローラガイドを用いた直進テーブル10上に設けられている。この直進テーブル10はガイド11を介しベース12に取り付けられている。この直進テーブル10を駆動するために、10 ピエゾアクチュエータ13が用いられる。 $0.01\mu\text{m}$ の精度で直進テーブル10を数値制御するために、テーブル位置検出器として、静電容量型変位検出器14を用い、閉ループ制御する。

【0046】一方、ワーク7を加工するために、砥石15が用いられるが、この砥石15は、高周波モータをビルトインしたエラスピンドル16に取り付けられて、30000rpmほどの回転数で、高精度に回転する。また、エラスピンドル16は、その回転軸と直交するように設置されたエラスピンドル保持軸17を中心として、ウォーム18、ウォームホイール19により、円弧状に揺動できるように構成されている。エラスピンドル保持軸17は支持部材20a及び20bにより、その両端が固定されている。ワーク7の加工精度を高めるためには、エラスピンドル16の揺動運動用軸受21の回転振れをほとんど0にする必要がある。このため回転軸の振れを静電容量型変位検出器14を用いて検出し、転がり軸受(軸受21)を支持する支持部材20aをピエゾアクチュエータ13で弾性変形させることにより軸振れを小さく押さえることが可能な制御型の回転機構を組み込んでいる。

【0047】次に、非球面加工について説明する。前述のトーリック面を加工する場合と同様に、研削開始点であるワーク7の下端に、あらかじめ砥石15を移動させておく。ここで、回転テーブル8を回転させるが、非球面加工の場合には、砥石15がワーク7の表面上の、研削位置を正確に検出する必要がある。そのためには、回転テーブル8の回転軸に直結したロータリーエンコーダ9で、高精度に回転テーブル8の回転角 θ を測定する。一方、エラスピンドル16はトーリック面加工の時と同様に、回転テーブル8の一回転ごとに、ステップ送りされ、その位置を変えて行く。すなわち、砥石15とワーク7の接触位置が変わって行く。そこで、あらかじめ、エラスピンドル16のそれぞれの位置での回転角 θ をパラメータとして計算された加工データをメモリから呼出し、ロータリーエンコーダ9からのパルスを検出し、そのパルスをもとに加工データをピエゾアクチュエータ13に供給し、直進テーブル10を連続的に制御する。そして、回転テーブル8が一回転した所で、エラスピンドル16をステップ的に動かし、砥石15をワーク7の新しい面へ持って行く。同時に、その位置に対応する新しい加工データをメモリから呼出し、前述したような動作

12

を繰り返しながら、砥石15がワーク7の上端に移動し終ると、ワーク7の表面はすべて研削されたことになり、その面は副軸方向の半径 r が場所によって異なる非球面となり、トーリック面から偏差 d を持たせた変形トーリック面(すなわち非軸対称非球面)となっている。なお、加工データはレンズの副軸方向の半径については、エラスピンドル16の揺動の1ステップごと、主軸方向の半径については、ロータリーエンコーダ9の1パルスごとに、レンズ表面を格子状に分解し、各点における偏差量を計算機により計算して得られた数値制御データである。

【0048】また、エラスピンドル16は支持アーム22の中で微動でき、エラスピンドル軸とエラスピンドル保持軸17間の距離は変更できる。従って、ワーク7と砥石15との関係は、図6における砥石15の半径 r' がドレッシング等によって減少しても、 $R-r=1$ (一定)である回転テーブル8をエラスピンドル保持軸17の回転中心より常に1だけ離れた場所に位置付けておき、そこを原点として、長さ R の基準ゲージを砥石側に出し、エラスピンドル16をエラスピンドル保持軸17に向かって微動させ、砥石15を基準ゲージに接触させれば、ワーク7と砥石15との関係($1=$ 一定)は常に満たされる。実際には、砥石15の摩耗による半径 r' の減少以外にワーク7に研削代 ε が存在する。この研削量も前加工等によって異なる。この場合はワーク7を回転テーブル8に設置した際に、基準ゲージの先端を電気マイクロメータの触針にしておき、基準位置からワーク7表面までの距離を測定することにより、研削代 ε をあらかじめ求めておく。そして回転テーブル8を研削代 ε だけ後退させた位置にセットし、ゲージを $R+\varepsilon$ にし前述の方法により砥石15の位置を決めれば、研削量を考慮したワーク7と砥石15の位置決めが容易に行なえる。

【0049】上記基本機能に加え、加工力補正機能、回転テーブルの回転振れ補正機能、砥石高さ可変機能、研磨機能についての実施例について説明する。図7に示すように回転テーブル8の回転軸23は転がり軸受24を介してxy方向をピエゾアクチュエータ13で保持されている。回転軸23の回転振れを静電容量型変位検出器14を用いて検出し、転がり軸受24で保持されている回転軸23をピエゾアクチュエータ13で微小量移動させることにより回転振れを小さく押さえることができる制御型の回路機構を組み込んでいる。

【0050】一方図8に示すように、砥石15を回転させるためのエラスピンドル16は、直進テーブル25上に設けられている。この直進テーブル25はガイド26を介して支持アーム22に取り付けられている。この直進テーブル25は、ピエゾアクチュエータ13を用いて直進運動の微調整を行なうことができる。その結果、エラスピンドル16は支持アーム22の取付け面に対して

垂直方向に移動することが可能となり、ワーク7に対する砥石15の垂直方向の取付け高さを調整することができる。本実施例に示す加工機で使用している砥石15は図6に示すような凸曲面を有している。したがって砥石15を他の砥石15'に交換した場合、エラスピンドル16への砥石27の取付け方により図9に示すように砥石15'表面の加工点が加工点29に変わる可能性がある。この状態で加工を継続すると、副軸方向の創成形状が変わるため、ワーク7の加工精度は著しく低下する。

【0051】本発明の装置のように砥石の取付け高さを調整する機能があれば、砥石交換時に生じる加工精度の低下を防ぐことができる。

【0052】さらに、このエラスピンドル16が、加工力計測用ピエゾアクチュエータ30と加工力制御用ピエゾアクチュエータ31とを介して、四方から取付け部材32に保持されている例を図10に示す。図11に加工力計測に用いたピエゾアクチュエータ30に加えた力 f と、発生電圧との関係について調べた結果の例を示す。ピエゾアクチュエータは力が加わると圧電効果によって電圧を発生する性質がある。図11に示すように、加える力 f と発生電圧の V との間には線形性があるので、逆に発生電圧を検出すれば、ピエゾアクチュエータに加わっている力を知ることができる。加工力 f を加工力計測用ピエゾアクチュエータ30で検出し、この時の発生電圧 V と加工力指令電圧 V_0 を比較して差が0になるように加工力制御用ピエゾアクチュエータ31を変位させる。この結果、研削中に加工力が変動しても加工力指令値を一定にすれば、研削加工力を一定に制御することが可能となる。このように加工力を一定に保ちながら加工することにより、加工力の変動により生ずる装置の振動やワークの弾性変形等の攪乱現象を抑えることができる。

【0053】さらに本装置では図12に示すように砥石15と平行にポリリッシャ33を取り付けている。ポリリッシャ33の材質にはフェルトを用いているが、これはワーク7の材質により適宜変える。フェルトのような繊維材料の他に、例えばテフロンのような化学樹脂、スズのような軟質金属材料でも良い。上述したように本装置には砥石の取付け高さ調整機能があるため、研磨加工の際はエラスピンドル16を上下方向に移動させワーク7にポリリッシャ33を当てた状態で研磨を行なう。研磨中は、研削液の代わりにダイヤモンドペーストのような遊離砥粒が含まれた研磨液がワークに掛かるようになっている。本装置には非球面創成機能と加工力制御機能があるため、ワーク7の形状を全く損なうことなく研磨を行なうことができる。

【0054】本実施例では、砥石スピンドル軸34が支持アーム22の面に対して垂直な場合について説明したが、図13に示すように、砥石スピンドル軸34を支持アーム22の面に対して角度 θ だけ傾けて設定した場合にも、加工は可能である。この場合、砥石15とワーク

7の接触部が大きくなるため、加工マークを低減させることができる。

【0055】次に、ノズルの部分が固定されている研削加工装置で上記のガラスを研削し、仕上げ面の様子を調べた。他の研削加工装置では、ノズルは固定されているため砥石がワーク中央部から離れるのに従い、研削部への研削液の供給状態が不十分になる。その結果、研削不良が起こり仕上げ面の面粗さが低下する。仕上げ面の端面付近の表面の様子を観察した結果を、図14に示す。

図14から分かるように、研削液の供給状態が不十分であっても、ワーク材質がやわらかい場合は、平滑な仕上げ面が得られるが、材質の硬度が大きくなると研削液供給状態の影響を大きく受け、仕上げ面の面粗さは大きくなる。

【0056】本発明においては、以下に説明するような研削液の供給方法を用いる。図15は、NC制御により非軸対称非球面雌型を研削加工するための加工装置の構成を示している。内径1.5mmのノズル35を研削点の円弧運動の軌道に沿って二十本配置し、研削点の移動に従って、動作するノズル35を逐次変えることにより研削点における研削液の掛かり方が常に同一状態になるようにした。この方法により研削した結果を図16に示す。本方法によればワークのいずれの面でも研削液は十分にかかっているため、研削性の悪い硬いガラスでも鏡面に研削することが可能となる。

【0057】他の例として、設備の簡便化を図るため研削液供給用コントローラを設けない場合には、ノズル形状を研削点の揺動軌跡と同一形状とする。こうすれば研削液は研削点の揺動軌跡に沿って噴射されるため、研削点における研削液の掛かり方は常に一定になる。

【0058】次にレプリカ法によりレンズを実際に試作し、本発明に用いたSIO保護膜の防水性を確認した。本実施例で作製したレンズの構成を図17に示す。本図面はレンズ形状を分かりやすく示すために曲率半径等各種寸法は強調している。本レンズはトーリック形状を有する基本レンズ5の表面に紫外線硬化樹脂層36を積層することにより非球面を形成しさらにその上にSIOからなる保護膜37を有する構造を持つハイブリッド非球面レンズである。図18に本レンズの製造工程を示す。非球面形状をした雌型表面4に離型剤として含フッ素アジド潤滑剤を塗布する。離型剤の膜厚は1000Å程度あるいはそれ以上大きくても良い。次に雌型表面4に紫外線硬化樹脂3を均一に塗りその上からガラス製トーリックレンズ5を一定荷重 W で押しつける。次に紫外線を数分間照射し、樹脂を硬化させて非球面形状をガラスレンズ表面に転写した後、レンズ6を雌型59から抜き取る。最後に非球面レンズ6表面にSIOからなる保護膜37をスパッタリング法により形成する。この時の膜厚は10Åである。膜厚が1000Å程度までであればレンズの光学特性に及ぼす影響は無視できる。このレンズ

を100%湿度中に100時間放置し、その重量変化を測定することにより吸水性を評価したところ、吸水率は0%を示し、非常に耐候性に優れたレンズを実現することができた。本発明における保護膜の効果を確認するため、以下の実験を行なった。

【0059】実験は50mm四方のガラス基板上に200mgの紫外線硬化樹脂をのせて硬化させたものを基本サンプルとした。次に防水効果を得るために、基本サンプル表面にフッ素系の撥水処理剤を塗布したもの、基本*

表1 吸水率測定結果

サ ン プ ル	吸 水 率 (%)		
基本サンプル（樹脂のみ）	0	3 . 8	4 . 6
樹脂 + 撥水処理剤	0	3 . 4	4 . 0
樹脂 + S i O 保護膜	0	0	0
放 置 時 間 (時 間)	0	6 5	9 0

【0061】実験の結果、樹脂のみの基本サンプル及び樹脂表面にフッ素系撥水処理剤を塗布したサンプルともに高湿度中に長時間放置すると樹脂内部に水が浸透するが樹脂表面にS i O 保護膜を形成したサンプルは水の侵入が全く認められないことが分かった。ただし、樹脂表面にフッ素系撥水処理剤を塗布したサンプルは表面エネルギーが樹脂のみの基本サンプルのそれと比べて小さくなっているために撥水性は基本サンプルより優れている。すなわち水滴や汚れは付着しにくい表面となっている。したがって、S i O 保護膜の上に撥水処理剤をさらに付着させることは防水性及び撥水性を向上させるためには有効な手段である。ここで用いる撥水処理剤はフッ素系撥水処理剤の他にシリコン系撥水処理剤でも有効である。

【0062】図19は、本発明の他の実施例を示すレーザビームプリンタの要部構成図である。図19において、38は本発明によるハイブリッド型走査レンズを含むFθレンズ、39はレーザ光源、40はコリメータレンズ、41はシリンダレンズ、42は回転多面鏡、43は感光ドラム面である。

【0063】レーザ光源39から出射されたレーザ光100は、コリメータレンズ40を通過し、平行光束となる。シリンダレンズ41は、副走査方向にのみ作用するように配置されている。ここでは、主走査方向はx方向（紙面に水平方向）であり、副走査方向はy方向（紙面に垂直方向）である。これにより回転多面鏡42の反射面200上では、副走査方向にレーザ光が集光されるよ

*サンプル表面にS i O 保護膜を50Åの薄厚にスパッタリングにより形成したものを用意した。次にそれらのサンプルを100%湿度中に長時間放置した後の、サンプルの重量変化を測定することにより、吸水性を評価した。放置時間は65時間及び90時間とした。結果を表1に示す。

【0060】

【表1】

うになっている。副走査方向に関して、回転多面鏡42の反射面200と感光ドラム43とが配置されるが、これらの面200と面43とは幾何光学的に共役関係にある。

【0064】レーザ光走査のための走査レンズ（Fθレンズ）38は、球面あるいは平面からなる回転対称軸をもつレンズ面44、45を両面に持つ第一のレンズと、回転軸非対称なレンズ面46を一端に持つ第二のレンズ（本発明による製造されたハイブリッドレンズ）から構成される。この走査レンズ（Fθレンズ）38は、主走査方向（x方向）の結像に関しては、平行光束を感光ドラム面43上に絞り込む機能を備えている。本実施例では、回転多面鏡42の半径は32mm、面数は8であり、入射レーザ光の入射角度は66°である。

【0065】図20は、図19におけるFθレンズの結像特性を示す図である。

【0066】図19に示す回転多面鏡42で走査されたレーザ光を、本発明により製造された走査レンズ（Fθレンズ）38で結像したときの結像特性は、図20の実線で示すように、走査画角±29°の範囲で像面わん曲を2mm以内に抑えることができる。実験では、60×100μmの均一な絞り込みスポットを得ることができた。また、図20の破線は、非対称の面形状を加えない時、つまり、対称のシリンダレンズによりレーザ光を感光ドラム上に偏向走査する時の副走査方向の像面位置である。図20からも分かるように、非対称の面形状を加えない場合には、29°の走査画角の範囲で像面わん曲

が20mm近くまで広がってしまう。以上の結果から本発明によるレーザ光の像面わん曲が微小であることが分かる。

【0067】

【発明の効果】以上のように本発明によれば非軸対称非球面形状を有する凹面を高精度かつ量産性良く創成することが可能となる。本発明の加工装置ではワークの材質を光学ガラスとすることにより非軸対称非球面の凹面レンズを直接に研削加工することができる。また、ワークに硬質のセラミックスを選べば、モールド成形用雌型を加工することができ、光学特性に優れた非軸対称非球面レンズをモールド成形により安価に量産することが可能となる。さらに、本発明の非軸対称非球面レンズをレーザビームプリンタに用いることで、像面わん曲が少ない高品質な印字を行なうことができる。また、本発明の非軸対称非球面レンズはレーザファックス、デジタル型複写機、イメージリーダ、カメラ等のレンズとしても用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す非軸対称非球面ハイブリッドレンズの製造方法を示す工程説明図。

【図2】本発明の一実施例を示す非軸対称非球面雌型の製造方法を示す工程説明図。

【図3】非軸対称非球面を有する原形ガラスレンズ及びハイブリッドレンズの形状を示す図。

【図4】非軸対称非球面雌型加工装置の構成図。

【図5】非軸対称非球面雌型の形状を示す図。

【図6】砥石、ワーク、揺動中心及び回転中心との関係を示す図。

【図7】本発明の一実施例を示す回転テーブルの回転振れ補正機構を示す図。

【図8】本発明の一実施例を示すエアスピンドル移動機構を示す図。

【図9】砥石取付け時の取付け誤差を示す図。

【図10】本発明の一実施例を示す加工力制御機構を示す図。

【図11】本発明に適用される加工力検出用ピエゾアクチュエータの力と発生電圧の関係。

【図12】本発明の一実施例を示す研磨機構を示す図。

【図13】本発明の一実施例を示す研削軸が傾いた場合の非軸対称非球面雌型の加工装置を示す構成図。

【図14】研削仕上げ面の面粗さと素材硬度の関係。

【図15】本発明の一実施例を示す噴射制御ノズルを有する非軸対称非球面雌型加工装置を示す構成図。

【図16】研削仕上げ面の面粗さと素材硬度の関係。

【図17】保護膜付きレンズの構造を示す図。

【図18】保護膜付きレンズの製造工程を示す図。

【図19】本発明の一実施例を示すレーザビームプリンタの要部構成図。

【図20】F θ レンズの結像特性を示す図。

【図21】一般的なレーザビームプリンタの走査光学系を示す図。

【図22】一般的なレーザビームプリンタの画像形成系を示す図。

【図23】雌型加工装置におけるワークとノズルの位置関係を示す図。

【図24】雌型加工装置におけるワークとノズルの位置関係を示す図。

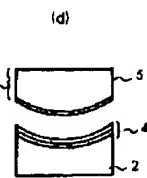
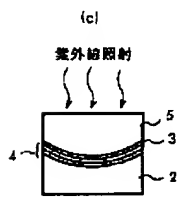
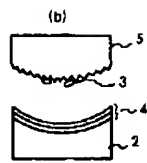
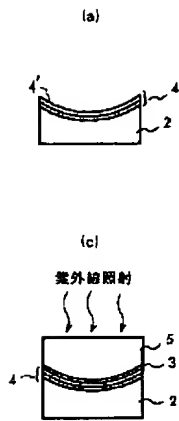
【図25】雌型加工装置におけるワークとノズルの位置関係を示す図。

【符号の説明】

1…非軸対称非球面レンズ（原形レンズ）、2…トーリック形状の型、3…紫外線硬化樹脂、4…雌型表面、5…基本レンズ、6…ハイブリッドレンズ、7…ワーク（凹型ガラス）、8…回転テーブル、9…ロータリーエンコーダ、10…直進テーブル、11…ガイド、12…ベース、13…ピエゾアクチュエータ、14…静電容量型変位検出器、15…砥石、16…エアスピンドル、17…エアスピンドル保持軸、18…ウォーム、19…ウォームフォイル、20a…支持部材、20b…支持部材、21…揺動運動用軸受、22…支持アーム、23…回転軸、24…転がり軸受、25…直進テーブル、26…ガイド、27…砥石、28…加工点、29…加工点、30…加工力計測用ピエゾアクチュエータ、31…加工力制御用ピエゾアクチュエータ、32…取付け部材、33…ポリッシャー、34…砥石スピンドル軸、35…複数のノズル、36…紫外線硬化樹脂、37…保護膜、38…結像レンズ（F θ レンズ）、39…光源、40…コリメータレンズ、41…シリンダレンズ、42…回転多面鏡（ポリゴンミラー）、43…感光体、44…レンズ面、45…レンズ面、46…レンズ面、47…変調器、48a…ビームコンプレッサ、48b…ビームエキスパンダ、49…プラスコロナ、50…交流コロナ電流、51…露光器、52…現像器、53…給紙カセット、54…給紙ローラ、55…定着器、56…スタッカ、57…クリーニング、58…クリーニングブレード、59…雌型、60…ノズル、100…レーザ光、200…反射面、300…軌道。

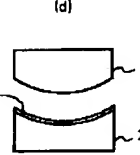
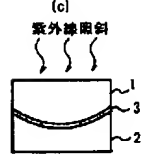
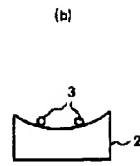
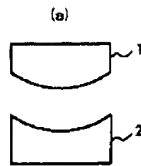
【図1】

図 1



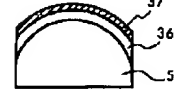
【図2】

図 2



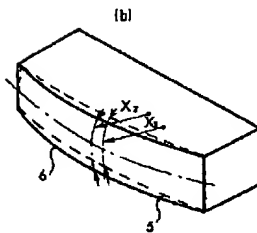
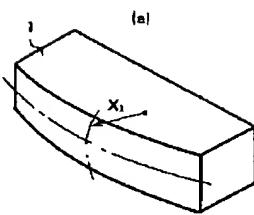
【図17】

図 17



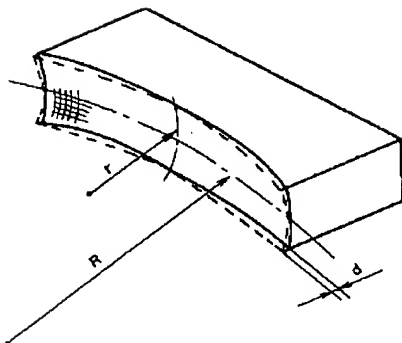
【図3】

図 3



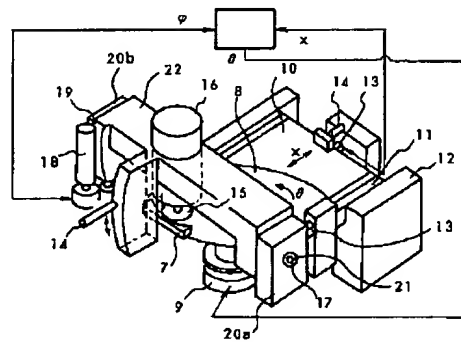
【図5】

図 5



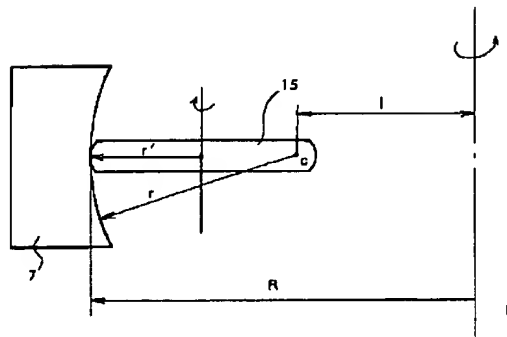
【図4】

図 4



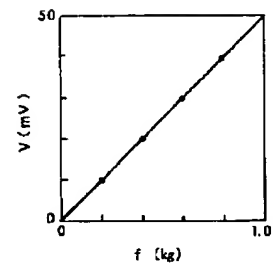
【図6】

図 6



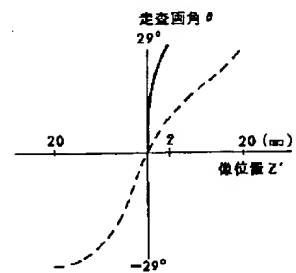
【図11】

図 11

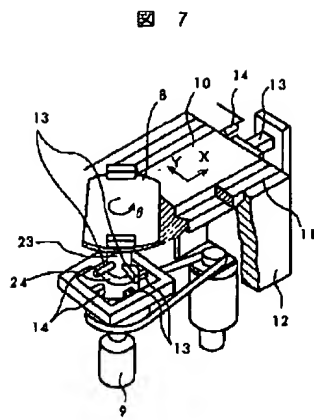


【図20】

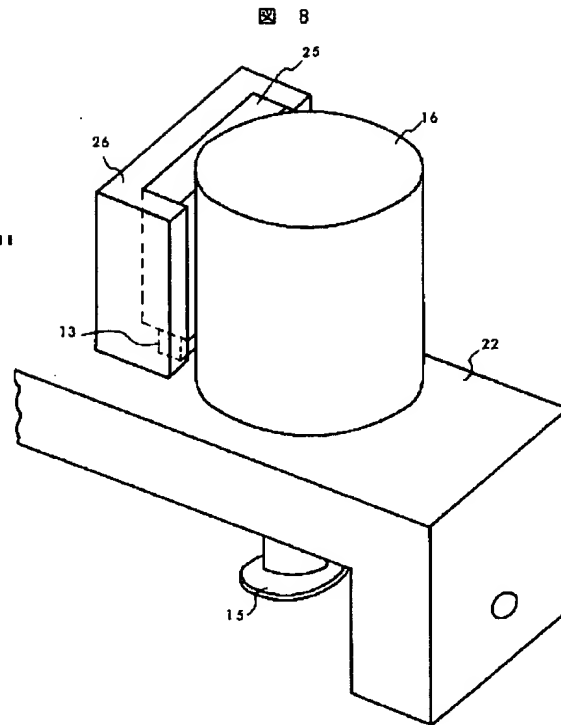
図 20



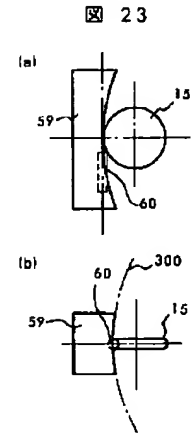
【図7】



【図8】

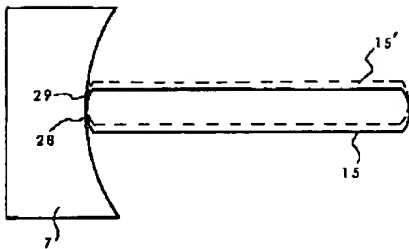


【図23】



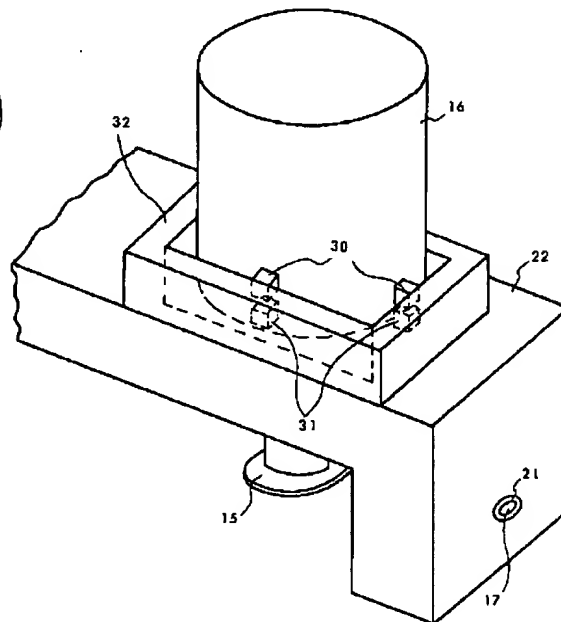
【図9】

図 9



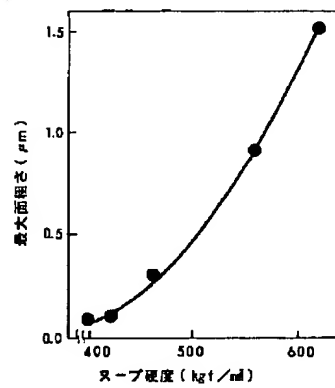
【図10】

図 10

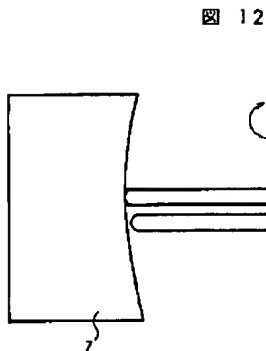


【図14】

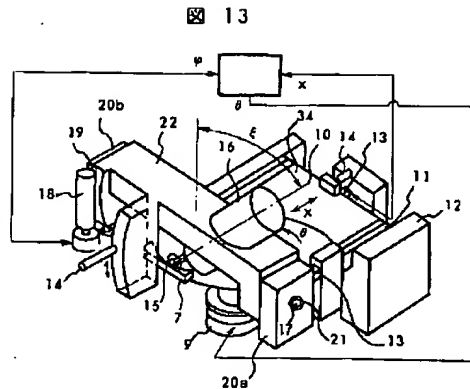
図 14



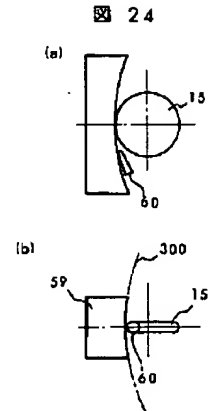
【図12】



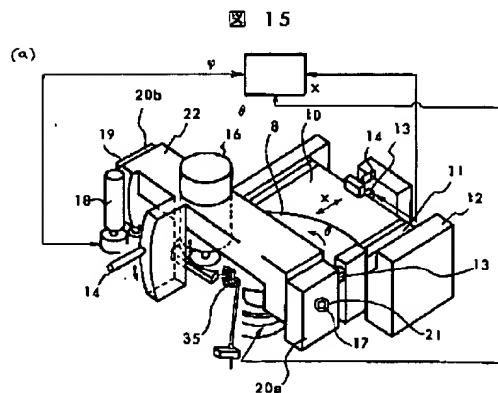
【図13】



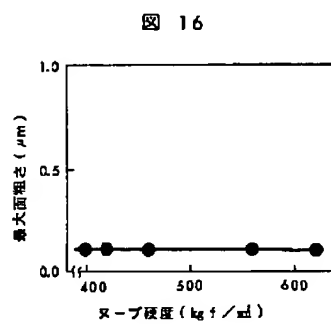
【図24】



【図15】

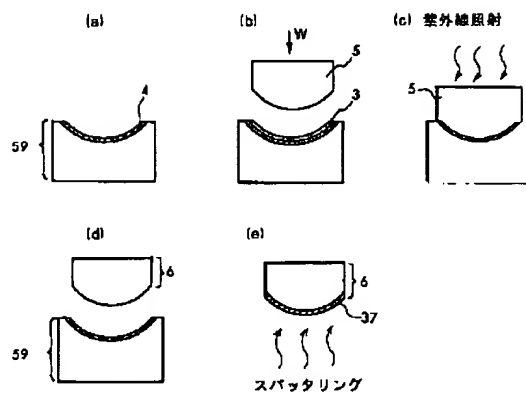


【図16】

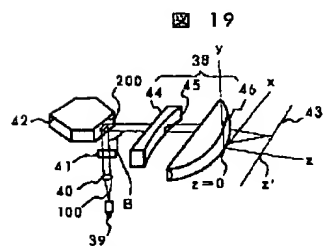


【図18】

図 18

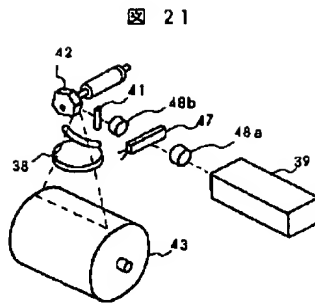


【図19】

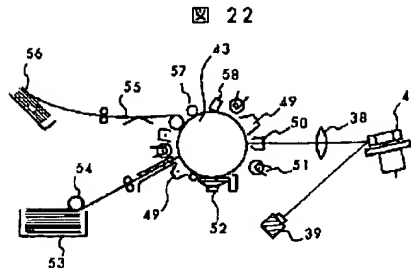


x ... 非端面を $z=0$ とする座標
 z' ... 感光ドラム面を $z=0$ とする座標
 B ... レーザ光の z 軸への入射角度

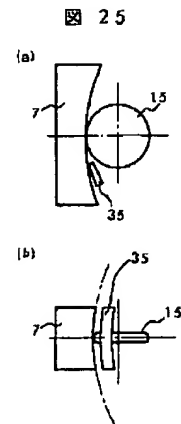
【図21】



【図22】



【図25】



フロントページの続き

(72)発明者 内田 史彦
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 森山 茂夫
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 有本 昭
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内